

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 5 日  
Date of Application:

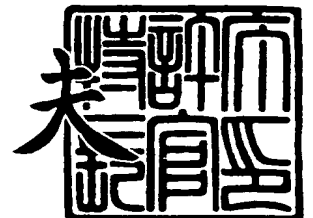
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 0 9 8 8 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 0 9 8 8 8 ]

出      願      人                      日 立 工 機 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 1 7 7 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 2003003

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F04B 41/00

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

    【氏名】 飯村 良雄

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

    【氏名】 折笠 博明

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

    【氏名】 内田 俊明

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

    【氏名】 砂押 光広

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

    【氏名】 瀬川 和宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000005094

    【氏名又は名称】 日立工機株式会社

    【代表者】 武田 康嗣

## 【代理人】

【識別番号】 100072394

【弁理士】

【氏名又は名称】 井沢 博

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 164058

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201528

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空気圧縮機及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機において、上記タンク部の圧縮空気の圧力を検出するための圧力センサを有し、上記制御回路部は上記圧力センサの検出信号より、相対的に短い時間  $\Delta T_1$  におけるタンク部内圧力の圧力変化率  $\Delta P_1 / \Delta T_1$  と、上記  $\Delta T_1$  より長い時間  $\Delta T_2$  におけるタンク部内圧力の圧力変化率  $\Delta P_2 / \Delta T_2$  を求め、上記両圧力変化率の少なくとも一方に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記モータの温度を検出するための温度センサを有し、上記制御回路部は上記両圧力変化率及び温度センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 3】

請求項 1 において、上記駆動部の電源電圧と負荷電流を検出するセンサを有し、該電圧センサ及び／又は電流センサの検出信号と上記両圧力変化率に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御することを特徴とする空気圧縮機。

【請求項 4】

空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機の制御方法において、上記タンク部の圧縮空気の圧力  $P$  を検出するステップと、検出された圧力  $P$  より相対的に短い時間  $\Delta T_1$  における圧力変化率  $\Delta P_1 / \Delta T_1$  を求めるステップと、検出された圧力  $P$  より、上記  $\Delta T_1$  より長い時間  $\Delta T_2$  における圧力変化率  $\Delta P_2 / \Delta T_2$  を求めるステップと、上記両圧力変

化率に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するステップとを有することを特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【請求項 5】

請求項 4 において、上記モータの温度 T を検出するステップと、上記両圧力変化率及び温度 T の検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するステップとを有することを特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【請求項 6】

請求項 4 において、上記駆動部の電源電圧 V と負荷電流 I を検出するステップと、検出された上記電源電圧 V 及び／又は負荷電流 I と上記両圧力変化率に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するステップとを有することを特徴とする空気圧縮機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は空気釘打機等の空気工具に用いられる圧縮空気を生成する空気圧縮機及びその制御方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般に空気工具に用いられる空気圧縮機は、モータによって圧縮機本体のクランク軸を回転駆動し、このクランク軸の回転に応じてシリンダ内でピストンを往復動させることにより、吸気弁から吸い込んだ空気を圧縮するように構成されている。そして圧縮機本体で形成された圧縮空気は排気弁からパイプを通して空気タンクに吐出され、このタンク内に貯留される。空気工具はこのタンクに貯留された圧縮空気を用いて釘打等の作業を行うものである。

【 0 0 0 3 】

このような空気圧縮機は建築現場に持ち運び、野外で用いられ、人家の密集している場所で使用されることが多いため、いろいろな観点から改良を求められている。本発明者等が現場で使用されている状況を調査した結果、ユーザから求められている要求、技術課題は次のような項目に整理することができる。

### (1) 低騒音化

空気圧縮機はモータの回転をシリンダ内のピストンの往復動に変換する機構を有するためにモータの回転時にはかなりの騒音が発生するのを避けられない。またこの空気圧縮機からの圧縮空気を利用する釘打機なども作動時に作動音を出すため空気圧縮機自体の騒音と相まって建築現場の周囲にかなりの騒音が発生することとなる。特に人家の密集しているところで早朝や夕方以降に使用するときにはできるだけこの騒音を低減して欲しいという要求が大きい。

### (2) 高パワー高効率化

空気圧縮機が用いられる現場は、必ずしも十分な電力環境にあるとは限らず、むしろ長いコードを用いて別の場所から電源電圧を供給するために十分な大きさの電圧が確保できなかったり、多数の空気工具を同時に使用するために圧縮空気が大量に消費されるような環境で使用されることがある。

#### 【0004】

このため、空気圧縮機から高パワーの出力を発生できなくなることがあり、出力が不足した状態で例えば釘打機を使用するといわゆる釘浮き現象が生じ、十分に釘を加工材に打ち込むことができなくなるという問題を生ずる。

#### 【0005】

また空気圧縮機は通常、空気タンクに  $26 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$  の圧縮空気を貯留しているが、この圧縮空気は工具を使用していない期間にも少しずつリークすることを避けられず、使い方によっては効率の低下を招くという問題もある。

### (3) 小型化可搬性の向上

空気工具用の空気圧縮機はまれに据置型として用いられるものもあるが、殆どは可搬型であり建築現場に持ち込んで使用される。従ってできるだけ小型で可搬性に優れていることも要求される。従って圧縮空気生成部及びこれを駆動する駆動部の構成を複雑にして可搬性を損なうことは極力避けなければならない。

### (4) 長寿命化

冷蔵庫や空調機等に用いられるコンプレッサに比べ空気工具に用いられる空気圧縮機は寿命が短いという問題がある。これは過酷な環境で用いられるため、一面においては止むを得ないところでもあるが、できるだけ負荷の変動を抑制した

り、無駄な圧縮空気の生成を抑えることにより更に寿命の長期化を図ることが望まれている。

#### (5) 温度上昇の抑制

シリンダ内のピストンの往復動及びピストンを駆動するモータに流れる電流により空気圧縮機はかなり高温になるのを避け難い。しかしながら空気圧縮機が高温になると損失が大きくなり高効率化を阻害する原因にもなる。従って空気圧縮機の温度上昇を可及的に抑制することも強く要望されている。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上述べたようないくつかの技術課題の中で本発明は特に上記(1)の低騒音化及び(2)の高パワー高効率化の問題を改善しようとするものである。

#### 【0007】

具体的には本発明は、空気工具による空気消費量が少ないときはより低速で回転させることにより騒音が低く、またコンクリート用釘や太径の木材釘の連続打ちなどのように短時間にかかなり多くの圧縮空気を消費するときには直ちに高速回転に移行し、パワーが不足することのない空気圧縮機を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために本発明は、空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気圧縮機において、上記タンク部の圧縮空気の圧力を検出するための圧力センサを設け、上記圧力センサの検出信号より、相対的に短い時間 $\Delta T1$ におけるタンク部内の圧力変化率 $\Delta P1/\Delta T1$ と、上記 $\Delta T1$ より長い時間 $\Delta T2$ におけるタンク部内の圧力変化率 $\Delta P2/\Delta T2$ を求め、上記両圧力変化率の少なくとも一方に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するようにしたことの一つの特徴がある。

#### 【0009】

本発明の他の特徴は、上記モータの温度を検出するための温度センサを設け、上記両圧力変化率及び温度センサの検出信号に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するようにしたことにある。

#### 【0010】

本発明の他の特徴は、上記駆動部の電源電圧と負荷電流を検出するセンサを設け、該センサの検出信号と上記両圧力変化率に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御するようにしたことにある。

本発明の他の特徴は以下の説明により一層明瞭に理解される。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について詳細に説明する。

本発明にかかる空気圧縮機は図1の概念図に示すように圧縮空気を貯留するタンク部10、圧縮空気を生成する圧縮空気生成部20、該圧縮空気生成部20を駆動するための駆動部30及び該駆動部30を制御するための制御回路部40より構成されている。

#### 【0012】

##### (1) タンク部10

タンク部10は図2に示すように高圧圧縮空気を貯留するための空気タンク10Aを有し、圧縮部20Aの吐出口に連結されたパイプ21を通して例えば20～30 kg/cm<sup>2</sup>の高圧圧縮空気が供給される。

#### 【0013】

上記空気タンク10Aには通常複数個の圧縮空気取出口18、19が設けられており、本実施例では低圧の圧縮空気を取り出すための取出口18と、高圧の圧縮空気を取り出すための取出口19が取り付けられている例が示されている。勿論本発明がこれに限定されるものではない。

#### 【0014】

低圧用圧縮空気取出口18は減圧弁12を介して低圧用カプラ14に接続されている。減圧弁12はその入口側の圧縮空気の圧力に拘らず出口側の圧縮空気の最高圧力が定められており、本実施例ではその最高圧力が7～10 kg/cm<sup>2</sup>



の範囲の所定値に選定されている。従って減圧弁 12 の出口側からは空気タンク 10A の圧力に拘らず上記の最高圧力以下の圧力の圧縮空気が得られる。

【0015】

減圧弁 12 の出力側の圧縮空気は低圧用カップラ 14 を介して図 1 に示した低圧用の空気工具 51 に供給される。

【0016】

一方高圧用圧縮空気取出口 19 は減圧弁 13 を介して高圧用カップラ 15 に接続されている。減圧弁 13 はその入口側の圧縮空気の圧力に拘らず出口側の圧縮空気の最高圧力が定められており、本実施例ではその最高圧力が  $10 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$  の範囲の所定値に選定されている。従って減圧弁 13 の出口側からはこの最高圧力以下の圧力の圧縮空気が得られる。減圧弁 13 の出力側の圧縮空気は高圧用カップラ 15 を介して図 1 に示した高圧用の空気工具 52 に供給される。

【0017】

減圧弁 12 及び 13 には低圧用圧力計 16 及び高圧用圧力計 17 がそれぞれ取り付けられており、減圧弁 12 及び 13 の出口側の圧縮空気の圧力をモニタできるように構成されている。また低圧用カップラ 14 と高圧用カップラ 15 は寸法が異なり互換性がないので低圧用カップラ 14 には高圧用の空気工具 52 を接続することができず、また高圧用カップラ 15 には低圧用の空気工具 51 は接続することができないように構成されている。このような構成は既に本願発明と同一の出願人により特開平 4-296505 に出願されている。

【0018】

上記空気タンク 10A の一部には圧力センサ 11 が取り付けられており、タンク 10A 内の圧縮空気の圧力が検出される。この検出信号は制御部 40 に供給され、後述のモータの制御に用いられる。また空気タンク 10A の一部には安全弁 10B が取り付けられており、空気タンク 10A 内の圧力が異常に高くなったときにその空気の一部を外部に逃がして安全を確保している。

【0019】

(2) 圧縮空気生成部 20

圧縮空気生成部 20 はシリンダ内にピストンを往復運動させ、シリンダの吸気弁

からシリンダ内に引き込まれた空気を圧縮することにより圧縮空気を生成するもので、このように圧縮機自体は既に公知である。例えば本願発明と同一の出願人により出願されている特開平 11-280653 にはモータの回転を、ロータ軸の先端に設けたピニオン及びこれとかみ合うギアを介して出力軸に伝達し、出力軸の運動によりピストンを往復動される機構が開示されている。

#### 【0020】

ピストンがシリンダ内を往復動するとシリンダヘッドに設けられた吸気弁より引き込まれた空気が圧縮され、所定の圧力に達するとシリンダヘッドに設けられた排気弁から圧縮空気が得られる。この圧縮空気は図 2 のパイプ 21 を通して前述の空気タンク 10A に供給される。

#### 【0021】

##### (3) 駆動部 30

駆動部 30 は上述のピストンを往復運動させるための駆動力を発生させるもので図 3 に示すようにモータ 33 とモータ駆動回路 32 及び電源回路 31 より構成されている。電源回路 31 は 100V の交流電源 310 の電圧を整流するための整流回路 313 及び整流された電圧を平滑し、昇圧した後定電圧にするための平滑・昇圧・定電圧回路 314 を含んでいる。

#### 【0022】

また電源 310 の両端の電圧を検出するための電圧検出器 311 及び負荷電流を検出するための電流検出器 312 が設けられており、各検出器 311 及び 312 の出力信号が後述の制御部 40 に供給される。これらの検出器 311、312 は例えば、電源 310 のブレーカ（図示せず）が切れない範囲で極めて短時間の間、モータ 33 を超高速回転するような場合等の制御に用いられる。また定電圧回路 314 により一定の電圧を得るためにも制御部 40 が関与するが定電圧回路の構成自体は公知であるのでここでは詳しく述べない。

#### 【0023】

モータ駆動回路 32 は直流電圧から U 相、V 相、W 相の 3 相のパルス電圧を発生するためのスイッチング用トランジスタ 321～326 を含んでいる。各トランジスタ 321～326 のオン・オフは制御部 40 によって制御される。各トラ

ンジスタ 321～326 に供給されるパルス信号の周波数を制御することによって、モータの回転数を制御している。

#### 【0024】

一例として、モータ 33 の回転数  $N$  は、0 rpm, 1200 rpm, 2400 rpm, 3600 rpm のように、基準値  $N$  の任意の数  $n$  倍に多段階に設定され、この中から選択された回転数で駆動するように制御される。

#### 【0025】

各スイッチング用トランジスタ 321～326 には並列にダイオードが接続されているが、これはモータ 33 のステータ 33A に発生する逆起電力によりトランジスタ 321～326 が破壊するのを防止するためのものである。

#### 【0026】

次にモータ 33 はステータ 33A とロータ 33B を含む。ステータ 33A には U 相、V 相、W 相の巻線 331、332、333 が形成されており、これら巻線 331～333 に流れる電流によって回転磁界が形成される。

#### 【0027】

ロータ 33B は本実施例では永久磁石から構成され、ステータ 33A の巻線 331～333 に流れる電流により形成される回転磁界により回転する。このロータ 33B の回転力が前述の圧力空気生成部 20 (図 1) のピストンを動作させる駆動力になる。

#### 【0028】

モータ 33 にはステータ 33A の巻線の温度を検出するための温度検出回路 334 が設けられ、その検出信号が制御部 40 に供給される。また必要に応じてロータ 33B の回転数を検出する回転数検出回路 335 が設けられ、その検出信号が制御部 40 に供給される。

#### 【0029】

##### (4) 制御回路部 40

制御回路部 40 は図 1 に示すように中央処理ユニット (以下 CPU と略す) 41、ランダムアクセスメモリ (以下 RAM と略す) 42、及びリードオンリメモリ (以下 ROM と略す) 43 を含む。

## 【0030】

前述の圧力センサ 11 の検出信号及び電圧検出回路 311、電流検出回路 312 及び温度検出回路 334 の検出信号はインターフェース回路（以下 I/F 回路と略す）44、及び 45 を介して CPU 41 に供給される。また CPU からの指令信号は I/F 回路 45 を介して駆動部 30 のモータ駆動回路 32 に供給され、スイッチング用トランジスタ 321～326（図 3）の制御が行われる。

## 【0031】

ROM 43 には図 4 に示すようなモータの制御プログラムが格納されており、RAM 42 はそのプログラムの実行に必要なデータや演算結果を一時格納するために用いられる。

## 【0032】

## (5) 制御用のプログラム

図 4 は本発明の制御回路部 40 の ROM 43 に格納されているプログラムのフローチャートを示す。

## 【0033】

まずステップ 101 において初期設定を行い、モータ 33 の回転数  $N$  を  $N2 = 2400 \text{ rpm}$  に設定する。また、圧力タンク 10A の圧力センサ 11 により検出された信号を制御回路部 40 に取り込むためのサンプリング周期  $\Delta T$  は二種類として短周期  $\Delta T1$  は 0.05 秒、長周期  $\Delta T2$  は 5 秒とする。すなわち  $i = 0, 1, 2, 3 \dots 100$  として  $P(i-1)$  と  $P(i)$  との差から 0.05 秒に 1 回タンク内圧力の変化を検出すると共に、 $P(i=0)$  と  $P(i=100)$  との差から 5 秒間に 1 回圧力変化を検出する。本実施例では短時間の周期を 0.05 秒としたが、これは 1 回に大量の空気を消費する釘打機等が作動したときに生ずるタンク内圧力のリップルを検出するために設定された周期であり、使用される空気工具等にも依存する値であるから本発明が必ずしもこの数値に限定されるものでないことはもちろんである。同様に長時間の周期の 5 秒は、空気工具の使用状態によるタンク内圧力変化を検出するために設定された周期であるから一つの例示であってこの数値に限定される訳ではない。

## 【0034】

次にステップ104に進み、本発明の空気圧縮機の制御に用いられる回転数のデータを記憶する。この実施例ではモータ33の回転数 $N$ を $N0$  ( $=0\text{ rpm}$ )、 $N1$  ( $1200\text{ rpm}$ )、 $N2$  ( $2400\text{ rpm}$ )、 $N3$  ( $3600\text{ rpm}$ )の4段階に制御するので、それぞれ $N0$ 、 $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ の値がRAM42の適当な領域に記憶される。モータ33の速度を更に多段階に設定することは容易であるが、少なくとも3段階以上であることが望ましい。

#### 【0035】

次にステップ105に進みタンク10Aの圧縮空気の圧力 $P(i)$ を測定し、これを記憶する。ステップ106においては測定した圧力 $P(i)$ が $30\text{ kg/cm}^2$ より大きいかな否かを判定し、その判定が肯定(YES)のときはステップ107に進みモータ33の回転数 $N$ を $N0$  ( $0\text{ rpm}$ )に設定する。すなわち本実施例ではタンク10Aの圧力を $20\text{ kg/cm}^2 \sim 30\text{ kg/cm}^2$ に維持するように制御する例を示しており、従ってタンク内圧力が $30\text{ kg/cm}^2$ を超えるとモータ33の回転が止められる。

#### 【0036】

ステップ106における判定が否定(NO)のときはステップ108に進み、 $(i+1)$ を $(i)$ と代入され、ステップ109においてタンク内圧力 $P(i)$ が測定され、その値が先の $P(i-1)$ と共に記憶される。更にステップ110においてCPU41により短時間周期 $\Delta T1$ における圧力変化率 $\Delta P1/\Delta T1$  ( $= (P(i) - P(i-1)) / 0.05$ ) が算出される。

#### 【0037】

更にステップ111では上述の短周期の圧力変化率 $\Delta P1/\Delta T1$ が所定値より小さいかな否かが判定される。この判定は圧力タンク10Aに接続された空気工具が連続釘打ちなどのように短時間に多量の空気を消費する態様で作動しているかな否かを判定するもので、本実施例では所定値を $-1$ として設定されている。連続釘打ちをすると、タンク内圧力が脈動し、圧力変化のリップルが大きくなる。そして $\Delta T1$ における $\Delta P1$ の減少が $(-1)$ より大きい(つまり $\Delta P1/\Delta T1 < -1$ ) ときにはそのリップルの大きさより判断して連続釘打ち等の態様で空気工具が使用されていると判定してステップ125に進む。

## 【0038】

ステップ125では電源回路31（図3）における電源310の電圧（V）が検出器311によって検出され、更にステップ126でその値が所定値より小さいか否かが判定される。本実施例では上記の所定値は90Vに設定されている。すなわち空気工具による空気消費量が大きいときには直ちにモータ33の回転数を上昇して圧縮空気の生成量を増大することが望ましいが、例えばタンク10Aに他の空気工具も接続され使用されているような場合は、負荷が大きくなり電源回路31（図3）のブレーカ（図示せず）が作動してしまうことがあるので、これを避けるために電源電圧Vの大きさが所定値（90V）より小さいか否かをステップ126で判定しているのである。このステップ126の判定が肯定（YES）のとき、つまり通常100Vである電源電圧が90V以下に低下しているということは、他の空気工具等の使用により電源310の負荷が相当大きいと判断してモータ33の回転数NをN2（＝2400rpm）に維持する。

## 【0039】

電源310の電圧が90V以上あるときは次にステップ127に進み、電流検出器312によって電源回路31に流れる負荷電流Iが検出される。そしてステップ128において測定された電流Iが所定値より大きいかが判定される。本実施例では上記の所定値が30Aに設定されている。この判定が肯定（YES）のときは、モータ33の回転数Nを現状以上に上昇すると、モータ33の巻線温度が過度に上昇したり、電源310のブレーカが切断する可能性があるかと判定して、やはりステップ132に進みモータ33の回転数をN2（＝2400rpm）に維持する。

## 【0040】

ステップ128の判定が否定（NO）のときはステップ129に進みモータ33におけるステータ331の巻線温度tが測定され、更にステップ130においてこの巻線温度tが所定値より大きいかが判定される。本実施例では上記の所定値は120℃に設定されている。またこの実施例ではモータ33の巻線温度tを測定しているが、他の部所の温度を測定してもよい。モータ巻線の温度tが120℃以上の状態でモータ33の回転数を更に増加するとモータ33の温度が

過度に上昇し、モータの運転に支障をきたすおそれがあると共に、過度の温度上昇により圧縮空気生成部 20 の圧縮空気生成効率を著しく低下させるおそれがあるのでステップ 130 の判定が肯定 (YES) のときはやはりステップ 132 に進み、モータ 33 の回転数  $N$  を  $N2$  ( $=2400 \text{ rpm}$ ) に維持する。

#### 【0041】

ステップ 130 の判定が否定 (NO) のときはステップ 131 に進み、モータ 33 の回転数  $N$  が  $N3$  ( $=3600 \text{ rpm}$ ) に設定される。

#### 【0042】

次にステップ 133 では再び  $i = 0$  としてステップ 134 でタンク 10A の内圧  $P(i)$  が  $30 \text{ kg/cm}^2$  より大きいかなんかが判定される。この判定が肯定 (YES) の場合はステップ 107 に戻ってモータ 33 の回転を止める。ステップ 134 の判定が否定 (NO) の場合はステップ 135 で  $i + 1$  を  $i$  に置き換える演算を行い、ステップ 136 では  $i$  が 100 になったか否か、つまり 5 秒経過したか否かが判定される。この判定が肯定 (YES) の場合は  $i = 0$  と置き (ステップ 102)、ステップ 104 に戻る。上記のステップ 134 ~ 136 は、0.05 秒毎にモータ 33 の回転数が切り替わると不快感を覚えるので 5 秒間は同一の回転数を維持するように制御するためである。

#### 【0043】

一方、前述のステップ 111 における判定が否定 (NO) の場合、つまり短時間 (0.05 秒) におけるタンク内の圧力変化率が所定値より小さい場合はステップ 112 に進み、時間が  $\Delta T2$  秒 ( $=5$  秒) 経過したか否か判定される。この判定が否定 (NO) の場合はステップ 106 に戻るが、肯定 (YES) の場合はステップ 113 に進み、長時間 (5 秒) における圧力変化率  $\Delta P2 / \Delta T2$  ( $= (P(i=100) - P(i=0)) / 5$ ) の算出が行われる。

#### 【0044】

次にステップ 114 では回転数遷移テーブルの選定が行われる。制御回路部 40 の RAM 42 には予め図 6、図 7、図 8、図 9 に示すような 4 種類の回転数遷移判定テーブルが格納されている。モータ 33 の現在の回転数  $N$  が初期値の  $N2$  ( $=2400 \text{ rpm}$ ) のときは図 6 のテーブルが選択される。また現在の回転数

NがN3 (= 3600 rpm) のときは図7のテーブルが選択される。同様にして回転数NがN1のときは図8のテーブルが、NがN0のときは図9のテーブルが選択される。これらのテーブルは何れも縦軸にタンク内の圧力P、横軸にタンク内圧力の圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ をとってあり、それらの値からモータ33の回転数を決定するために用いられる。

#### 【0045】

図6を例にとって説明すると、まずタンク内の圧力Pが $30 \text{ kg/cm}^2$ を超えた場合は $\Delta P / \Delta T$ の値にかかわらず回転数をN0にする。つまりモータを停止する。これはタンク内の圧力を常に $26 \text{ kg/cm}^2$ から $30 \text{ kg/cm}^2$ の範囲に保持するように制御しているのであるから当然である。

#### 【0046】

圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ が負であるということは、タンク10Aに供給される圧縮空気よりも消費される圧縮空気の方が多いことを意味するからモータ33の現在の回転数N2 (= 2400 rpm) をこれよりも高い回転数N3 (= 3600 rpm) に切替える制御が行われる。特に、空気工具51、52 (図1) がフル稼働しているような場合は圧縮空気の消費量が多くタンク10A内の圧力が急速に低下するおそれがあるので、この例では $\Delta P / \Delta T$ が $-1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ 以上のときはタンク内の圧力Pが $30 \text{ kg/cm}^2$ にあれば直ちに回転数をN3に切替える。但し圧力変化率 $\Delta P / \Delta T$ が $0 \sim -1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ と比較的小さい場合は、タンク10Aの圧力Pが $26 \text{ kg/cm}^2$ 以上あれば引き続きN2の回転数でモータ33を運転し、タンク10Aの圧力Pが $26 \text{ kg/cm}^2$ より下がったときにN3に切替える。また $\Delta P / \Delta T$ が $0 \sim +0.1 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあるとき、即ち圧縮空気の消費よりも供給の方が若干多いときにはタンク10A内の圧力Pが $20 \text{ kg/cm}^2$ 以上あれば引き続きN2で運転し、これより低下したときにN3に切替える。

#### 【0047】

$\Delta P / \Delta T$ の値が $+0.1 \sim +0.15 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあるときは、タンク10A内の圧縮空気の量が増加しつつあることを示しているからタンク内圧力Pが $10 \text{ kg/cm}^2$ 以上あればN2で回転し続け、 $10 \text{ kg/cm}^2$



2より低下したらN3に切替える。 $\Delta P / \Delta T$ が $+0.15 \sim +0.3 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ と大きくなると、急速にタンク内圧力Pの増加が予測されるのでタンク内の圧力が $10 \text{ kg/cm}^2$ 以上あればモータの回転数を現在のN2からN1に低下させるように制御する。

#### 【0048】

以上の説明は現在運転中のモータ33の回転数をN2として、これからN0、N3、N1に遷移する場合であるが、現在の回転数がN3、N1、N0の場合には図7、図8、図9のように異なったパターンにより遷移するように制御される。

#### 【0049】

次にステップ115において5秒経過後のタンク内圧力P ( $i = 100$ ) 及び5秒間における圧力変化率 $\Delta P 2 / \Delta T 2$ からモータ33の次の回転数を上記の選択されたテーブルから検索して決定する。この結果、選択された回転数NがN3 ( $= 3600 \text{ rpm}$ ) の場合は(ステップ116)、直ちにN3に切替えるのではなく次のステップ117～122の判定により電源電圧Vが90V以上、且つ負荷電流Iが30A以下、且つモータ巻線温度大が $120^\circ\text{C}$ 以下か否かが判定される。このステップ117～122の機能は前述のステップ125～130と同じであるので詳細な説明は省略するが、要するに電源ブレーカ(図示せず)の作動を防止し、且つモータ33の過昇温防止のためのフローである。

#### 【0050】

これらのステップ117～122の判定の結果、モータ33の回転数Nを最高速の $3600 \text{ rpm}$ に切替えてもブレーカが切断したりモータ33の温度が過度に上昇しないと判断された場合はステップ123に進み $N = N3 (= 3600 \text{ rpm})$ にモータ速度が設定される。しかしその条件を満たさない場合はステップ124に進みモータ33の回転数NはN2に維持される。すなわち本発明においては短時間(0.05秒)の圧力変化率が大きい場合及び長時間(5秒)の圧力変化率が大きい場合には空気消費量が多くなると予測してモータ33の回転数をN3に上昇させるが、モータ33の負荷がすでに相当重く、ブレーカが切断するおそれがあったりモータ巻線温度が過度に上昇するおそれがある場合はN2に維

持するという制御が行われる。

#### (6) 動作

次に本発明装置の動作を図5を用いて説明する。

##### 【0051】

図は横軸に時間、縦軸にタンク内の圧縮空気の圧力をとったもので曲線a及びbはタンク内圧力のリップル検出をしなかった場合、つまり長時間(5秒間)毎の圧力変化率に応じて制御はするが短時間(0.05秒)毎の圧力変化率に応じた制御を行わない場合、曲線a'、b'はタンク内圧力のリップル検出を行い、上記の両圧力変化率に応じて制御を行った場合を示す。

##### 【0052】

曲線aは、時間 $T=0$ まではタンク内の圧力 $P$ が $29\text{ kg/cm}^2$ で圧縮空気の消費はなく、モータ33が停止している状態を示している。時間 $T=0$ より例えば釘打機による連続釘打ちが始まると、大量に空気が消費されるためタンク内圧力は脈動しながら急速に低下する。 $T=5$ 秒後に5秒間の圧力変化率 $\Delta P_2 / \Delta T_2$ の算出を行い、この値 $\Delta P_2 / \Delta T_2$ が $-1.7$ であるために回転数遷移判定テーブルから中速回転 $N_2 = 2400\text{ rpm}$ を選択する。したがって $T=0$ 秒から $T=5$ 秒までは $N_0$ 、 $T=5$ 秒以降は $N_2$ で回転する。

##### 【0053】

曲線a'はリップル検出( $\Delta P_1 / \Delta T_1$ )を行う場合であり、時間 $T=0$ まではタンク内圧力 $P$ は $29\text{ kg/cm}^2$ でモータ33は停止している。時間 $T=0$ から連続釘打ちが始まると、上記と同様に最初はタンク内圧力は脈動しながら低下する。しかし $\Delta T_1 = 0.05$ 秒後にはリップルの圧力変化率( $= \Delta P_1 / \Delta T_1$ )が算出され $\Delta P_1 / \Delta T_1 = -5 < -1$ であるためリップル大と判断される。そして電源電圧 $V$ が $90\text{ V}$ 以上、負荷電流 $I$ が $30\text{ A}$ 以下で且つモータ巻線温度 $t$ が $120^\circ\text{C}$ 以下なので直ちに高速回転 $N_3 = 3600\text{ rpm}$ に移行する。従って $\Delta T_1 = 0.05$ 秒後は、モータ33は $N_3 = 3600\text{ rpm}$ の高速で回転するために曲線a'のようにタンク内圧力の低下は抑制され、 $29\text{ kg/cm}^2$ に近い状態が維持される。

##### 【0054】

一方曲線 b は、時間  $T=0$  まではタンク内圧力  $P$  が  $26 \text{ kg/cm}^2$  以下で空気の消費がなく、モータ 33 は中速  $N2 = 2400 \text{ rpm}$  で回転している状態を示しており、タンク内圧力  $P$  は徐々に上昇している。この状態で  $T=0$  から連続釘打ちが始まると、タンク内圧力  $P$  は脈動しながら低下する。そして 5 秒後に  $\Delta P2 / \Delta T2$  の圧力変化率が算出され  $\Delta P2 / \Delta T2 = -0.9$  であるため回転数遷移テーブルから  $N3 = 3600 \text{ rpm}$  が選択される。従ってモータ 33 は  $T=5$  秒までは中速  $N2 = 2400 \text{ rpm}$  で回転し、それ以降は  $N3 = 3600 \text{ rpm}$  の高速回転に切換えられるが 5 秒間のあいだにタンク内圧力が相当低下してしまう。

#### 【0055】

一方、曲線 b' も同様に時間  $T=0$  まではタンク内圧力  $P$  が  $26 \text{ kg/cm}^2$  以下で、空気の消費がなくモータ 33 は中速  $N2 = 2400 \text{ rpm}$  で回転している状態で、 $T=0$  から連続釘打ちが始まった場合を示している。ここではリップル検出 ( $\Delta P1 / \Delta T1$ ) を行うので  $\Delta T1 = 0.05$  秒後に圧力変化率の算出が行われる。そして  $\Delta P1 / \Delta T1 = -4 < -1$  であるからリップル大と判断される。電源電圧  $V$  は  $90 \text{ V}$  以上、負荷電流  $I$  は  $30 \text{ A}$  以下、モータ巻線温度  $t$  は  $120^\circ\text{C}$  以下なので  $\Delta T1 = 0.05$  秒後は直ちに  $N3 = 3600 \text{ rpm}$  の高速回転に移行する。したがって曲線 b に比較してタンク内の圧力の低下は抑制され、 $T=0$  のときのタンク内圧力とほぼ同じレベルを、連続釘打ち後も維持することができる。

#### 【0056】

##### 【発明の効果】

以上の説明によって明らかなように本発明にかかる空気圧縮機は、モータの回転数を複数段階に設定し、圧力タンクの圧力センサから例えば  $0.05$  秒間隔程度の短時間の圧力変化率と、例えば  $5$  秒間隔程度の長時間の圧力変化率を求め、両圧力変化率からモータの回転数を制御するように構成したので、空気圧縮機が待機中で空気消費がエア漏れのみの場合や、小型の空気タッカなどの使用により空気消費量が少ない場合は、より低速でモータを回転することができ、騒音を抑制することができる。

**【0057】**

また大型の釘打ち機を用いて連続釘打ちをした場合のように短時間に多量の空気を消費する場合は、直ちにモータの回転を高速回転に移行し、タンクの圧力低下を抑制することができる。従ってコンクリート用釘や太径の木材用釘の連続打ちなどのときでも釘の頭浮きの頻度を少なくすることができ、また、たとえ一時的に頭浮き現象が発生してもその時間を極めて短くすることができる。

**【0058】**

更にタンク内圧力のリップルが大きいことを検出し、モータを高速回転に移行したときは、少なくとも所定時間（例えば5秒間）その回転数を維持させるようにしたのでモータの回転数が短時間に頻繁に切り替わることがなく、不快感を軽減することができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】 本発明にかかる空気圧縮機の一実施例を示す概念図。

【図2】 本発明にかかる空気圧縮機の一実施例を示す上面図。

【図3】 本発明空気圧縮機におけるモータ駆動回路の一実施例を示す回路図。

【図4】 本発明空気圧縮機の制御に用いられるプログラムの一実施例を示すフローチャート。

【図5】 本発明空気圧縮機の動作を説明するための圧力変化曲線図。

【図6】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移判定テーブルの説明図。

【図7】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移判定テーブルの説明図。

【図8】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移判定テーブルの説明図。

【図9】 本発明空気圧縮機の制御に用いられる回転数遷移判定テーブルの説明図。

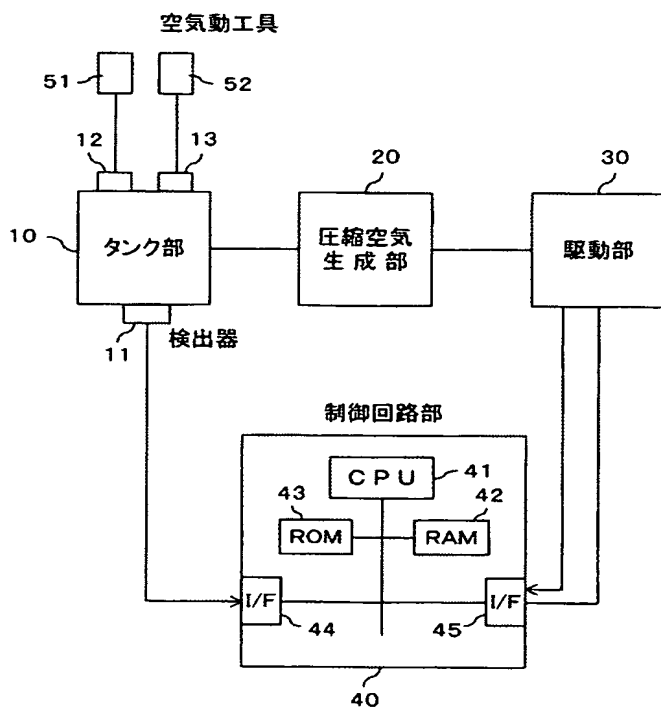
**【符号の説明】**

10：タンク部、10A：圧力タンク、10B：安全弁、11：圧力センサ、12、13：減圧弁、14、15：カップラ、16、17：圧力計、18、19：取

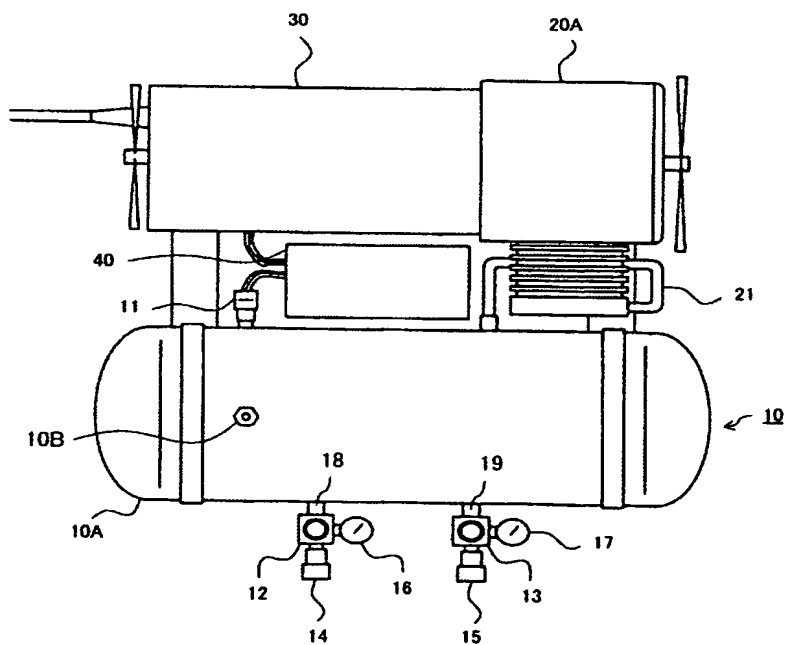
出口、20：圧縮空気生成部、21：パイプ、30：駆動部、31：電源回路、  
32：モータ制御回路、33：モータ、33A：ステータ、33B：ロータ、3  
11：電圧検出器、312：電流検出器、334：温度検出回路、335：回転  
数検出回路、40：制御回路部、41：CPU、42：RAM、43：ROM、  
44、45：I/F回路

【書類名】 図面

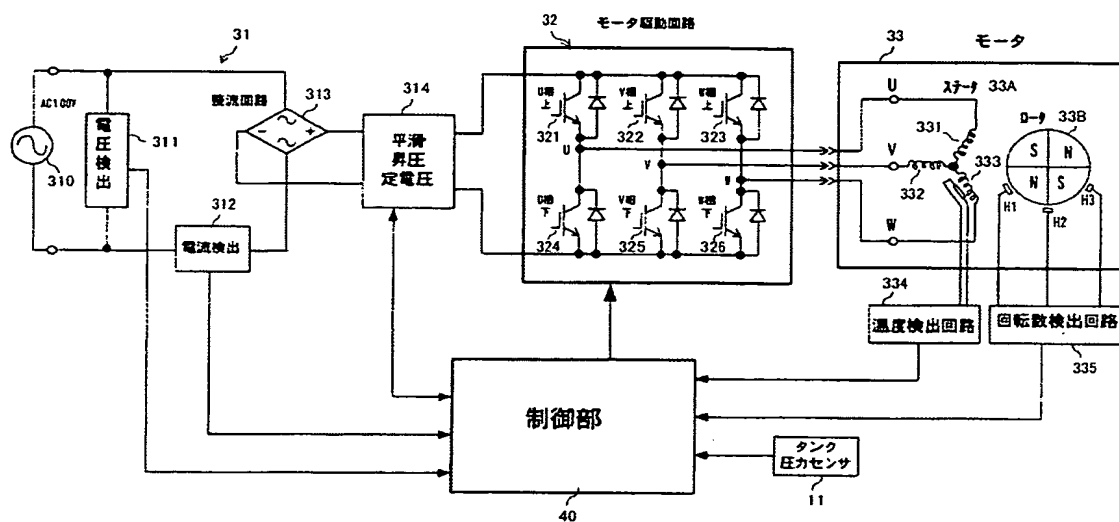
【图 1】



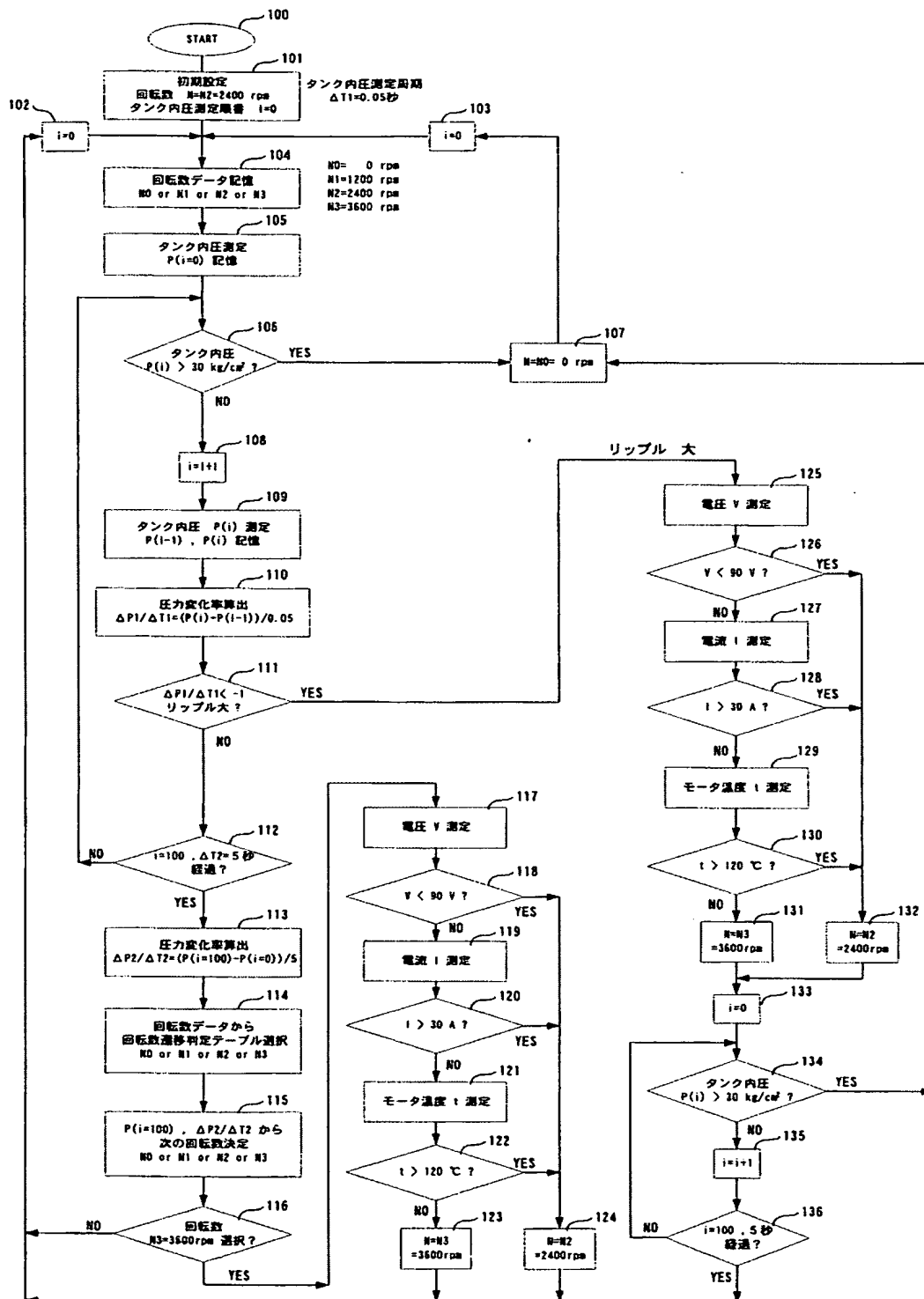
【圖 2】



【図 3】

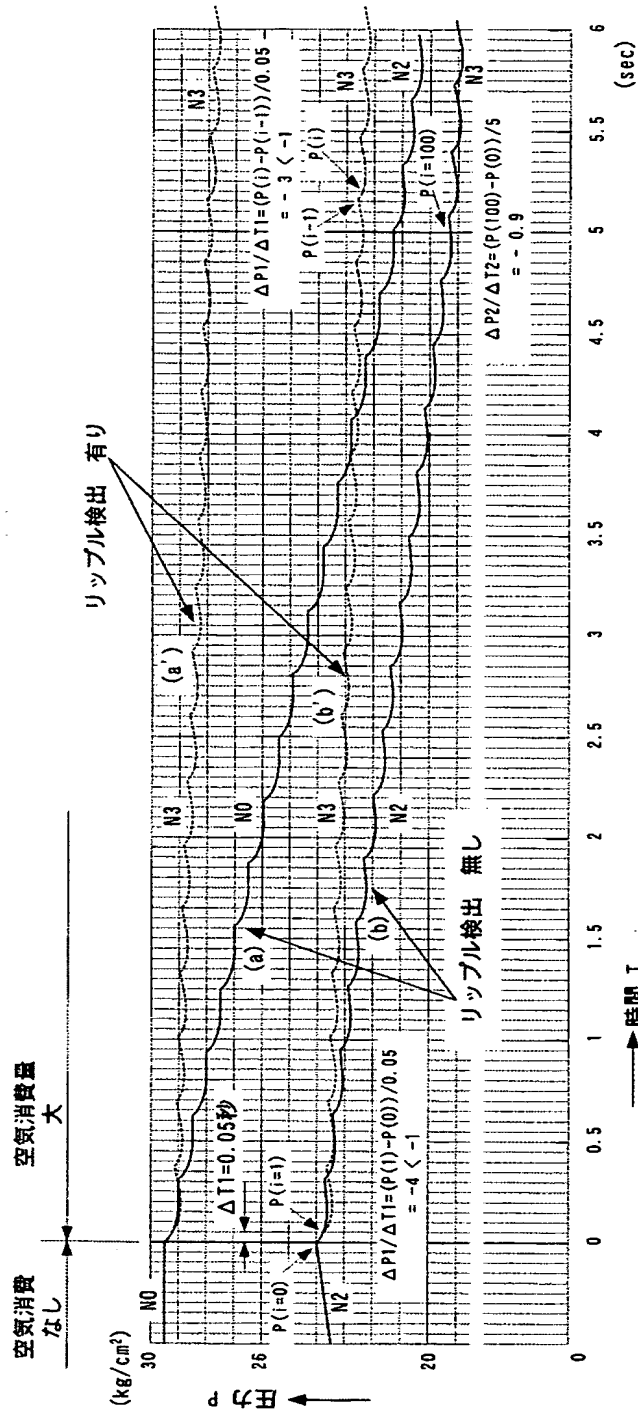


【図 4】

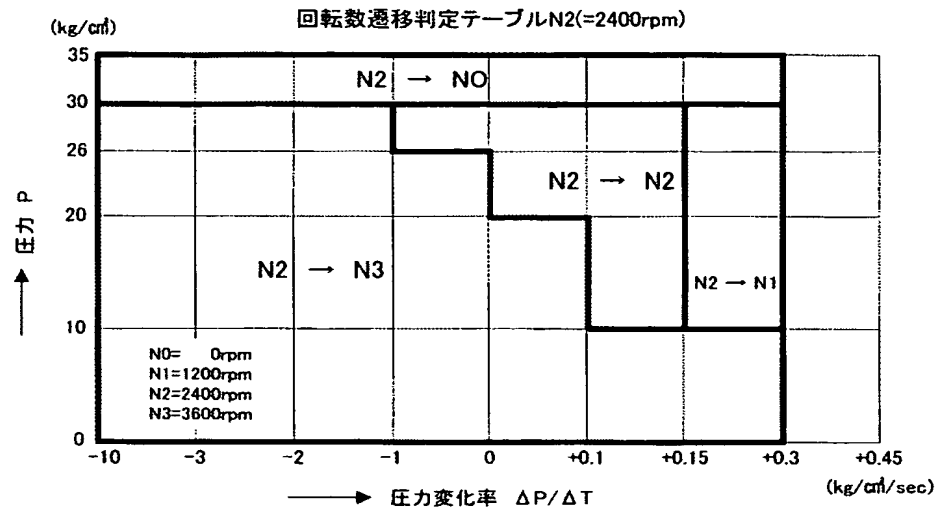




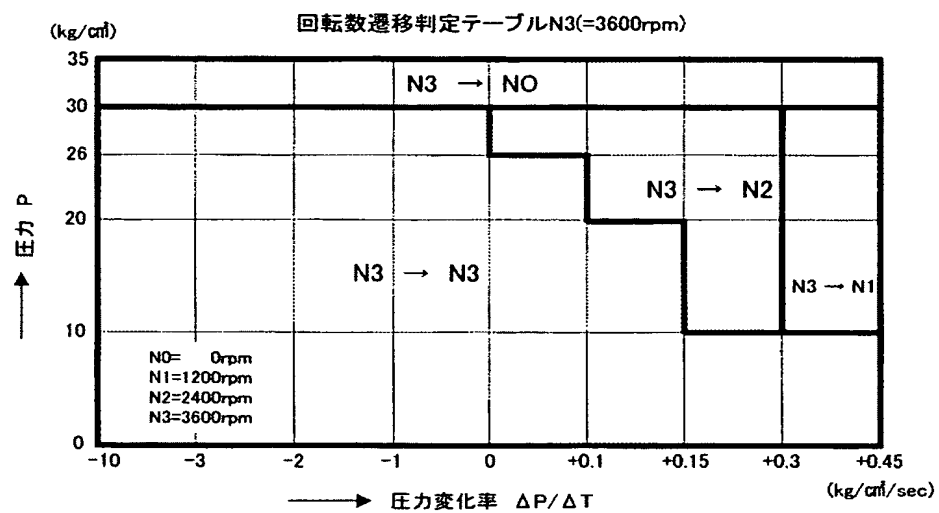
【図 5】



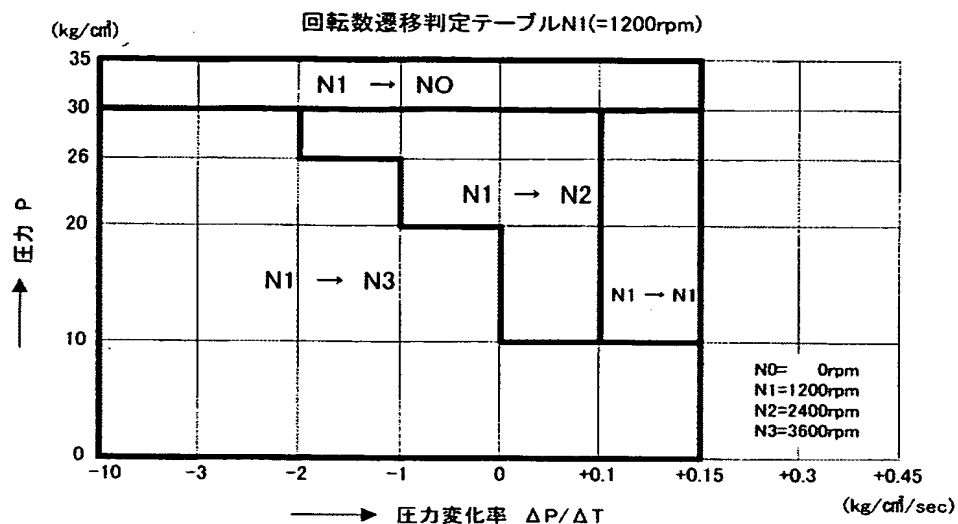
【図 6】



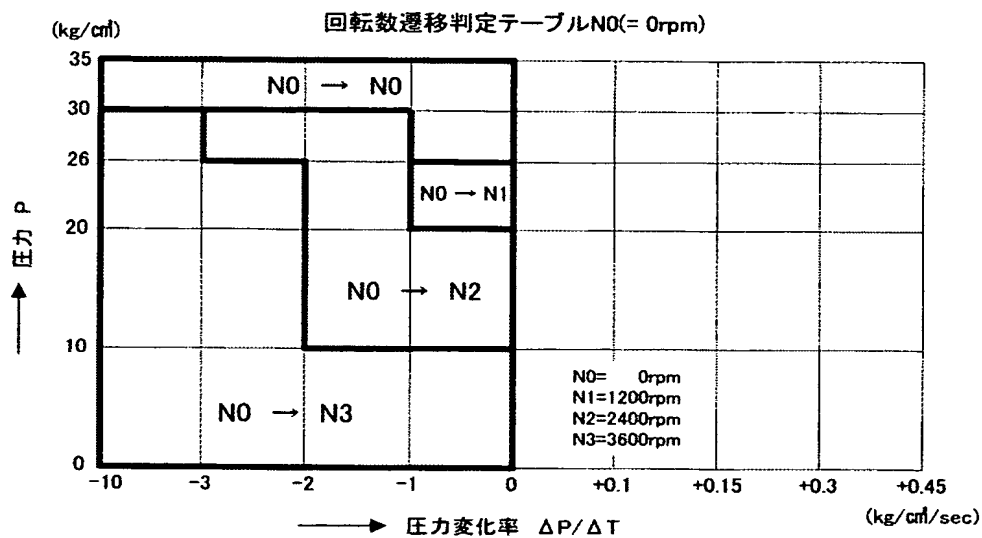
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、空気消費量が少ないときは騒音が小さく、短時間に多量の空気を消費する場合は迅速に高速回転に移行する空気圧縮機を提供することである。

【解決手段】 空気工具に用いられる圧縮空気を貯留するタンク部と、圧縮空気を生成し上記タンク部に供給するための圧縮空気生成部と、該圧縮空気生成部を駆動するためのモータを有する駆動部と、該駆動部を制御するための制御回路部とを有する空気工具用空気圧縮機において、上記タンク部の圧縮空気の圧力を検出するための圧力センサを有し、上記制御回路部は上記圧力センサの検出信号より、相対的に短い時間  $\Delta T 1$  におけるタンク部内圧力の圧力変化率  $\Delta P 1 / \Delta T 1$  と、上記  $\Delta T 1$  より長い時間  $\Delta T 2$  におけるタンク部内圧力の圧力変化率  $\Delta P 2 / \Delta T 2$  を求め、上記圧力変化率に応じて上記モータの回転数を複数段階に制御する。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 0 9 8 8 8
受付番号	5 0 3 0 0 6 1 9 9 9 0
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月15日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 0 9 8 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 0 9 4 ]

1. 変更年月日	1 9 9 9 年 8 月 2 5 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区港南二丁目 1 5 番 1 号
氏 名	日立工機株式会社